

## **ANÁLISE DA LEI ESTADUAL DE SÃO PAULO N° 12.526 DE 2007 PARA REUSO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL**

## **ANÁLISIS DE LA LEY ESTATAL DE SÃO PAULO N° 12.526 DE 2007 PARA REUSO DE AGUA NO POTABLE**

---

Prof. Msc. Mosefran B. M. Firmino<sup>1</sup>

Eng. Alexandre de Almeida Silva<sup>2</sup>

### **RESUMO**

A inovação nos sistemas urbanos de água é necessária para atender à crescente demanda por água tratada devido ao crescimento populacional e ao agravamento do estresse hídrico. O avanço na gestão das águas nas cidades precisa ser fundamentado em legislações e normas legais. No Brasil, algumas leis municipais, estaduais e nacionais tratam do reuso de água. O gerenciamento do sistema urbano de água é influenciado por muitos fatores técnicos. Na captação de água pluvial, o dimensionamento do volume do reservatório é essencial. Este trabalho avalia a lei n° 12.526/2007 do Estado de São Paulo conforme esta ótica. O estudo foi aplicado a um shopping center no município de Lorena, São Paulo. Foi avaliado o volume do reservatório na ótica do reuso de água não potável para esta lei. Para tal, foram determinados três cenários variando o número de usuários do shopping e o volume de armazenamento.

**Palavras-chave:** Água de chuva. Reuso não potável. Lei n° 12.526/2007. São Paulo.

### **RESUMEN**

La innovación en los sistemas urbanos de agua es necesaria para atender a la creciente demanda de agua tratada, debida al crecimiento poblacional y el agravamiento del estrés hídrico. El avance en la gestión de las aguas en las ciudades precisa fundamentarse en legislaciones y normas legales. En Brasil, algunas leyes municipales, estatales y nacionales tratan acerca de la re utilización del agua. En el gerenciamento del sistema urbano de agua influyen muchos factores técnicos. En la captación de agua pluvial, el dimensionamiento del volumen del reservatorio es esencial. Este trabajo evalúa la ley n° 12.526/2007 del Estado de São Paulo siguiendo esta óptica.

---

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Engenharia Civil da Unisal – Lorena/SP e tecnologista do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

<sup>2</sup> Ex-aluno da Unisal – Lorena/SP.

El estudio fue aplicado a un shopping center en el municipio de Lorena, São Paulo. Fue evaluado el volumen del reservatorio desde la óptica de reutilización del agua no potable de esta ley. Para ello, fueron determinados tres escenarios variando el número de usuarios del shopping y el volumen de almacenamiento.

**Palabras llave:** Agua de lluvia. Reutilización no potable. Ley n° 12.526/2007. São Paulo.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos principais métodos para aumentar a oferta de água para a população é reutilizar a água da chuva. O crescimento econômico e populacional está destacado nos centros urbanos em todo o mundo. A lacuna crescente entre demanda e oferta de água, exacerbada pela poluição da água e pelo baixo investimento em infraestrutura hídrica, levou a um paradigma centralizado de armazenamento e distribuição de água (Sedlak, 2014).

A melhoria da segurança hídrica urbana envolve o tratamento descentralizado e a reutilização de águas pluviais e residuais para suplementar o abastecimento de água convencional. Esta abordagem oferece várias vantagens. Entre elas, melhora a resiliência da infraestrutura de saneamento ambiental, principalmente em situações de excesso e/ou falta de água. No entanto, esta abordagem enfrenta desafios tecnológicos e institucionais significativos, incluindo a aversão ao risco dos serviços públicos e

potenciais barreiras regulatórias, políticas e sociais (Sedlak, 2014).

No Brasil, a captação de água da chuva é amparada por leis, e o Estado de São Paulo foi o primeiro a implantar uma lei estadual em defesa aos recursos hídricos, a lei n° 7.663/91, que estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos e ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Foi criada também, em caráter mandatório, a lei n° 12.526/07, que torna obrigatória a implantação de sistema de captação e retenção de águas fluviais em lotes que tenham área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup>.

As águas não potáveis, isto é, as que não necessitam de um tratamento anterior para alcançar padrões de portabilidade, segundo Tajiri *et al.* (2012), ressaltam-se no uso de bacias sanitárias convencionais, limpeza doméstica e jardinagem.

Neste trabalho, questiona-se qual seria a melhor padronização e regularização

de sistemas de captação de água na ótica do reuso. Assim, o presente estudo tem por objetivo, por meio de estudo de caso, avaliar a aplicação de método de captação de água da chuva para seu aproveitamento e armazenamento, avaliando se o reservatório calculado pela lei é viável para reuso nos serviços gerais de um shopping. Ainda verifica-se custo e retorno financeiro para vários cenários considerados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Gois, Rios e Costanzi (2015), existe uma necessidade de mudança de paradigma na tradicional gestão baseada no aumento da oferta para uma abordagem de controle da demanda e reutilização.

Atualmente, pode-se dizer que a escassez não se impõe somente nas regiões áridas e/ou semiáridas. Muitas áreas com taxas de precipitações anuais significativas, atualmente, podem ser insuficientes para gerar vazões capazes de atender as demandas contínuas convencionais. No conceito de reuso e conservação, leis devem ser estabelecidas para que haja uma gestão eficiente de recurso hídrico (Braga, 2009).

Um reservatório isolado pode ser usado no consumo de água não potável para uma habitação. Uma dificuldade que aparece nos estudos de captação de água da chuva é a determinação apropriada do volume de

armazenamento. O enigma ocorre devido à incerteza na precipitação, área de captação e consumo de água (Gois, Rios e Costanzi, 2015). Também o principal ponto de investimento é o volume do armazenamento.

No gerenciamento das águas existe um conjunto de atividades que requerem tratamento e aplicação, manuseio e divulgação de informações técnicas e científicas, e dependem também do conhecimento e da problemática que o uso das águas envolve. Neste entendimento, o uso e reuso das águas pluviais devem ter uma gestão regida por leis e bases legais (Gois, Rios e Costanzi, 2015).

### 2.1 Contexto legal de reuso de água

No Brasil, a legislação nacional não detalha o tema de reuso de água pluvial, mas a Lei das Águas (lei nº 9.433/97) defende a conservação e o uso racional (BRASIL, 1997).

Cada estado pode criar lei específica para uma política de gerenciamento do reuso de águas pluviais. A Constituição prevê a possibilidade de o município legislar sobre questões referentes aos recursos hídricos, em questões não contempladas pelas leis federais e estaduais, sempre que se tratar de assuntos relativos ao interesse local (Gois, Rios e Costanzi, 2015).

No município de Curitiba foi criado o Programa de Conservação e Uso Racional da

Água nas Edificações – Purae, lei n° 10.785/03, que tem como meta promover a conservação, o uso racional e a utilização de fontes alternativas de suas metas nas edificações novas. Cita a captação, o armazenamento e a utilização da água da chuva como uma fonte alternativa de água para usos em atividades que não precisam de tratamento.

A obrigatoriedade desta lei foi efetivada pelo decreto municipal 212/2007, onde são apresentados dois métodos para o dimensionamento do volume do reservatório de armazenamento da água de chuva, para aproveitamento em fins não potáveis, sendo um método para edificações habitacionais e outro para edificações comerciais.

No município de Recife a lei que trata do assunto de reuso de água pluvial está alicerçada na lei n° 18.112 (Recife, 2015). Em lotes com área superior a 500 m<sup>2</sup>, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 25% da área total do lote, deverão ser executados reservatórios de águas pluviais como condição para aprovação de projetos iniciais.

O Estado de São Paulo foi pioneiro em implantar uma lei estadual que defendesse os recursos hídricos. A lei estadual n° 7.663/91 estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como ao Sistema Integrado de

Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

Foi promulgada pela lei de prevenção de enchentes, no Estado de São Paulo, lei n° 12.526/2007, a implantação de sistema para captação e retenção de águas pluviais coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edifícios ou não.

Esta lei permite três destinos para a água reservada: infiltração no solo; despejo na rede pública depois de uma hora de chuva; e utilização para finalidades não potáveis, em edificações que tenham instalações deste tipo. A saber, a seguinte lei traz em seu artigo 1° (São Paulo, 2007):

Artigo 1° - É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m<sup>2</sup> (quinhentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

[...]

III - contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

## **2.2 Método de dimensionamento de reservatório para água pluvial**

De acordo com várias pesquisas, o maior custo de instalação e ponto-chave de um sistema de captação de água da chuva é o reservatório, porque este é o item mais caro no sistema de reuso (Dornelles, Tassi e Goldenfum, 2010; Rupp, Munarim e Ghisi, 2011; Salla *et al.*, 2013; Gomes *et al.*, 2014;

Murça, Julio e Moruzzi, 2014; Tassi *et al.*, 2014; Gois, Rios e Costanzi, 2015).

Ainda, água parada é água com maior possibilidade de contaminação. Ou seja, um pequeno volume armazenado não pode atender a demanda, um grande volume pode ter um alto custo inicial e provocar contaminação da água.

Em vigor desde o ano de 2007, a NBR 1527/2007 dispõe sobre o “aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis”.

Em um sistema de captação de águas pluviais, considera-se o dimensionamento do reservatório uma das etapas mais relevantes. Os métodos citados na NBR 15527/2007 são estudos empíricos baseados em experiências internacionais, e os mais utilizados, segundo Murça, Julio e Moruzzi (2014), são: Método Azevedo Neto, Método de Rippl e Método da Simulação. São citados ainda três outros métodos: Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano.

Em estudo comparativo de metodologia, Rupp, Munarim e Ghisi (2011) não conseguiram chegar à indicação de qual seria o melhor método para o dimensionamento de reservatórios de água pluvial. Os Métodos Azevedo Neto e Prático Inglês resultam em reservatórios superdimensionados, assim como em diversas variações nos cálculos utilizando o

Método de Rippl. Os Métodos Práticos Alemão e Australiano forneceram volumes de reservatório mais conservadores.

Os autores observaram que alguns métodos não são adequados para algumas condições de precipitação, pois resultam sempre no mesmo volume de reservatório, independentemente da demanda de água pluvial ou do regime de precipitação, podendo levar à instalação de reservatórios subdimensionados ou superdimensionados.

Estes autores detalharam o Método *Netuno*. Foi possível dimensionar o reservatório para várias situações diferentes. Este método de dimensionamento ajustou-se de modo mais racional quando comparado aos demais métodos da NBR 15527/2007, em função da demanda de água pluvial e dos regimes de precipitação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia partiu da escolha de uma edificação com área superior a 500 m<sup>2</sup> de área impermeável (São Paulo, 2007). No levantamento do projeto arquitetônico, foi possível determinar a área de captação de chuva. Em conjunto, foram garimpados os dados históricos de precipitação. O passo seguinte de pesquisa foi a aplicação da lei n<sup>o</sup> 12.526/2007 e a formação de cenário para cálculo dos possíveis volumes de reservatórios. Por fim, constituiu-se a verificação da viabilidade econômica na

implantação do sistema de reuso de água pluvial para fins não potáveis com uso do software *Netuno*. Com a inserção dos dados no Método *Netuno*, obteve-se a relação entre volume ideal e potencial de economia de água tratada na instalação.

### 3.1 Definição do local de estudo

O estudo foi realizado no município de Lorena, Estado de São Paulo, localizado no Vale do Paraíba. O estudo teve como objeto um shopping center, uma edificação comercial, que se localiza no município de Lorena, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Shopping center do estudo de caso situado em Lorena, SP



Fonte: Techneaço, 2014.

A análise de aplicação da lei n° 12.526/2007 foi por estudo de caso. Foi motivada por uma grande área coberta da edificação, que totaliza 15.453,92 m<sup>2</sup>, a grande concentração de pessoas com potencial de consumo de água não potável.

### 3.2 Descrição da edificação comercial

O shopping conta com 1,5 milhão de habitantes em sua área de influência que cobre o Vale do Paraíba, o sul de Minas e o

Rio de Janeiro. Mais de 100 cidades são impactadas pelo empreendimento. A área total do terreno e a área construída são de 319.000 m<sup>2</sup> e 36.100 m<sup>2</sup>, respectivamente. O estacionamento tem 2.400 vagas para automóveis. A estrutura física conta com cinema, praça de alimentação e 61 lojas (TECHNEAÇO, 2014).

A construção foi em dois pavimentos, possui 15.453,92 m<sup>2</sup> de cobertura impermeabilizada, constituída por telhas

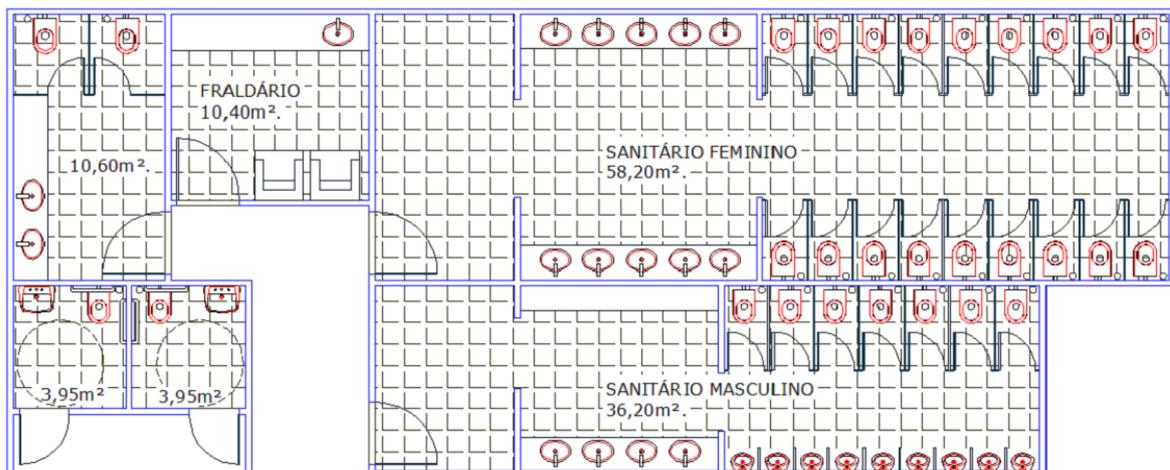
metálicas, térmicas, com escoamento superficial na configuração de “várias águas”. Área de captação de água de chuva. A cobertura do shopping com diferentes caídas para captação da água da chuva pode ser observada na Figura 1.

A edificação possui seis banheiros, totalizando 46 bacias sanitárias e 16 mictórios, distribuídas em três grupos de banheiros. Como exemplo, a distribuição dos aparelhos sanitários no banheiro pode ser observada na Figura 2. Estas bacias e mictórios são peças importantes para o estudo, pois será por intermédio delas que

será feito o reuso da água pluvial não potável (TECHNEAÇO, 2014).

Atualmente, no mercado brasileiro, tem-se disponíveis válvulas fluxíveis e caixas de descarga acoplada para uso em bacia sanitária. Carvalho Jr. (2014) afirma que as válvulas são recomendadas para ambientes públicos, devido à possibilidade de uso contínuo e prevenção ao vandalismo. Uma válvula de descarga possui uma vazão da ordem de 1,6 litro por segundo (média de três segundos de acionamento), já uma caixa acoplada possui 6,0 litros de água reservada (ABNT, 2017).

**Figura 2 - Planta baixa de um banheiro no shopping center em Lorena, SP**



Fonte: Techneação (2014)

### 3.3 Descrição da pluviometria na cidade de Lorena, SP

De acordo com os dados pluviométricos levantados da cidade de Lorena, junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, o período de maiores chuvas são os meses de novembro,

dezembro, janeiro e fevereiro, já os períodos de menores chuvas são os meses de maio, junho e julho. A Tabela 1 detalha as médias mensais do período de 1959 a 2015, totalizando 57 anos, 20.819 dados diários de chuva estudados. A precipitação média anual

foi de 1.288 milímetros e desvio padrão de 206 milímetros (DAEE/SP, 2017).

Estes dados são da Estação Meteorológica situada na latitude 22°44'00"S, longitude 45°05'00"W e à altitude de 540 metros. Esta estação, que se

localiza próximo ao local de estudo, dista 3,21 quilômetros e tem uma diferença de altitude de 12 metros com relação à localização da edificação.

**Tabela 1 - Precipitação em Guaratinguetá, SP  
Valores médios entre os anos 1959 e 2015**

Precipitação Mensal (mm)	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
	209	169	173	81	46	27	28	30	60	114	154	208

Fonte: DAEE/SP.

### 3.4 Dimensionamento do reservatório

Para conhecer o percentual de economia de água potável e poder, assim, realizar um estudo da viabilidade econômica com a instalação do sistema de reuso de água de chuva para fins não potáveis, foi utilizado o Método *Netuno*. A metodologia foi disponibilizada em um programa computacional. O uso do software possibilitou calcular o potencial de economia de água potável a partir do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis.

Segundo Rupp, Munarim e Ghisi (2011), este método mostrou-se mais racional perante os recomendados pela NBR 15527 (ABNT, 2007). Isto se deve ao fato de o usuário ter a opção de definir a capacidade do reservatório de acordo com o potencial de economia de água desejado. Por este motivo, optou-se por utilizar neste estudo o Método

*Netuno*, desenvolvido por Ghisi, Cordova e Rocha (2009).

De acordo com a série histórica diária de intensidade pluviométrica considerada pelo operador do software, o Método *Netuno* relaciona o volume de água pluvial já descontando as perdas existentes no escoamento pelo sistema de captação até o reservatório de acumulação (Ghisi, Cordova e Rocha, 2009).

Conforme o volume de reservatório que o operador venha a definir previamente, o método automaticamente considera que, se o volume a ser captado é superior à capacidade do reservatório e à demanda diária por água não potável, o excedente é extravasado. Do contrário, a demanda por água não potável é atendida pela autarquia de água e esgoto local de forma parcial ou total (Ghisi, Cordova e Rocha, 2009).

O Método *Netuno*, na sequência dos cálculos, determina diariamente a quantidade do volume de água pluvial que o sistema irá captar. Também é determinado o volume de água pluvial consumido e disponível no reservatório de acumulação. Por fim, tem-se o potencial de economia de água potável.

Assim, inserindo todos os dados de entrada, obtém-se o volume do reservatório de acumulação, cujo potencial de economia de água potável mostra-se mais viável para a situação estudada.

Após este processo, pode-se comparar e concluir qual é o volume ideal do reservatório de acumulação para a edificação estudada e concluir também, de acordo com o potencial de economia de água potável dado pelo Método *Netuno*, se a implantação do sistema de captação de água de chuva para uso não potável é economicamente viável do ponto de vista ambiental.

### 3.5 Definição de cenários

Cenários são todos os eventos externos que influenciam as condições de funcionamento da instalação de captação de água de chuva. O estudo de cenários incide em uma forma de lidar com circunstâncias que podem ocorrer no futuro a partir de uma lista limitada, porém estruturada, de opções de acontecimentos (Carvalho, 2009).

Godet (2000) esclarece que os instrumentos analíticos são apenas

ferramentas que servem para reduzir a complexidade dos sistemas reais, e que não podem substituir o sentido crítico, as leis naturais e a perspicácia prática e funcional. No entanto, estes instrumentos são úteis, valendo a pena todo o tempo investido no seu desenvolvimento.

Para aplicação e comparação de resultados com o programa *Netuno*, este estudo foi dividido em três cenários visando a facilitar o entendimento dos valores do potencial de economia de água potável em situações de diferentes números de reservatórios e usuários. Os cenários são:

1. Variação do número de usuários e apenas um reservatório;
2. Variação do número de usuários e dois reservatórios, um inferior e o outro superior;
3. Número de usuários fixo e um reservatório superior variável.

## 4 RESULTADO

Conforme a lei nº 12526/07 do Estado de São Paulo, considerando os 15.453,92m<sup>2</sup> de cobertura, área mínima impermeável do shopping center, o volume de armazenamento determinado é de 139 m<sup>3</sup> ou 139.085 litros, volume mínimo para armazenamento definida na lei.

A seguir, observam-se os resultados dos três cenários. O primeiro cenário possui

um único reservatório superior definido pela lei estadual. O segundo cenário define o volume total do reservatório, também segundo regra estadual, tendo sido dividido em dois reservatórios, um inferior e outro superior. Por fim, no terceiro cenário é calculado o volume do reservatório ideal do ponto de vista ambiental. Todas as simulações foram obtidas pela utilização do programa *Netuno*.

Foi pesquisado o valor real da tarifa de abastecimento de água da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) para a cidade de Lorena, SP. O valor da tarifa de água utilizado neste estudo é o executado pela Sabesp, que consta no comunicado de 03/2016 e tem vigência até 09/11/2017. A tarifa utilizada foi de R\$ 11,24 por metro cúbico.

#### 4.1 Cenário variando o número de usuários e considerando apenas um reservatório

As primeiras quatro simulações foram feitas variando de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 pessoas. Esta situação representaria o número médio de usuários variável na edificação comercial. Ou seja, esta é uma estimativa do fluxo médio de pessoas no shopping center.

Considerou-se que o sistema de captação de água possuísse apenas um reservatório superior com volume, previsto pela lei estadual, de 139.085 litros, abastecendo os pontos de consumo por gravidade e assim economizando energia elétrica.

Estas simulações mostram que à medida que se aumenta o número de usuários, aumenta-se a demanda e o consumo de água, e diminui-se o potencial de utilização de água pluvial para a demanda não potável, aumentando o consumo de água potável para suprir a demanda não atendida pela água da chuva, como se verifica na Tabela 2 para 57 anos de simulação.

**Tabela 2 - Resultado de consumo e demanda das simulações no 1º cenário**

Usuários	Volume de água (litros)				Potencial de utilização de água pluvial (%)
	Consumo pluvial	Consumo potável	Extravasado	Demanda	
500	6.558,06	18.441,94	43.586,63	25.000,00	26,23
1.000	10.640,81	39.359,19	41.480,51	50.000,00	21,28
1.500	13.464,94	61.535,06	39.509,81	75.000,00	17,95
2.000	15.417,62	84.582,38	37.701,69	100.000,00	15,42

Fonte: Autores

O potencial de utilização de água pluvial varia de 26,23% a 15,42% para 500 e 2.000 usuários, respectivamente. Ou seja, do

volume total dos 57 anos simulados tem-se o mínimo de 15,42% atendido por água de

chuva para uma circulação média diária de 2.000 pessoas no estabelecimento comercial.

De acordo com os potenciais de economia de água potável, foi realizado um estudo de análise econômica, verificando o quantitativo de economia monetária, mensal e anual, que a implantação do sistema de reuso de água pluvial para fins não potáveis pode proporcionar.

Considerando os potenciais de economia de água potável encontrados neste estudo, que vão de 15,42% a 26,23%, com o valor do reservatório estipulado pela lei nº 12.526/07 na variação de 500 a 2.000 usuários e tomando como referência o valor da tarifa de R\$ 11,24/m<sup>3</sup> para edificações comerciais com consumo acima de 50 m<sup>3</sup>, a economia anual é de R\$ 26.534,27, R\$ 43.053,70, R\$ 54.474,66 e R\$ 62.395,49 para 500, 1.000, 1.500 e 2.000 pessoas em média no shopping center.

#### 4.2. Cenário variando o número de usuários e considerando dois

#### reservatórios, um inferior e o outro superior

As próximas quatro simulações foram feitas variando o número de usuários em 500, 1.000, 1.500 e 2.000, considerando que o sistema de captação de água possua um reservatório inferior e outro superior.

O volume do reservatório superior foi estipulado pelo Método *Netuno*, considerando que o volume deste é igual a 30% da demanda diária de água pluvial.

As simulações mostram que à medida que aumenta o número de usuários, diminui-se a capacidade de armazenamento do reservatório inferior, enquanto aumenta a capacidade do superior, pois este último foi estipulado para suprir um terço da demanda diária do consumo de água de reuso. Também podemos observar que o potencial de utilização de água pluvial diminui enquanto o consumo de água potável aumenta. Estes resultados ficam explícitos na Tabela 3, também para 57 anos de simulação.

Tabela 3 - Resultado do consumo e demanda das simulações no 2º cenário

Usuários	Volume de água (litros)				Reservatório superior (litros)	Potencial de utilização de água pluvial (%)
	Consumo pluvial	Consumo potável	Extravasado	Demanda		
500	6.533,54	18.466,46	39.223,73	25.000,00	7.500,00	26,13
1.000	10.507,86	39.492,14	35.492,14	50.000,00	15.000,00	21,02
1.500	13.069,67	61.930,33	32.691,32	75.000,00	22.500,00	17,43
2.000	14.678,24	85.321,76	31.082,34	100.000,00	30.000,00	14,68

Fonte: Autores.

A divisão do armazenamento de água pluvial em dois reservatórios não altera significativamente os resultados de consumo de água pluvial e potável para atendimento de demanda não potável.

Já o resultado de extravasamento do reservatório superior e inferior é alterado de 10% a 18%. Logo, a divisão em dois reservatórios tende a reduzir o armazenamento.

Do mesmo modo, os valores econômicos de redução do consumo de água não tiveram alteração significativa.

#### **4.3. Cenário com número de usuários fixo e considerando um reservatório superior variável**

Esta última simulação foi a análise para o volume de reservatório ideal do ponto de vista ambiental, estipulado pelo Método *Netuno*, considerando 2.000 usuários. Ou seja, simulação fixa para número de 2.000 usuários. Nesta situação, o sistema de captação de água possui apenas um reservatório superior. Deste modo, esta otimização utiliza como critério o maior custo do sistema, o reservatório e o balanço hidrológico. Assim, é estabelecida a condição para reservatórios com diversos volumes.

Foi estipulado um volume máximo para o reservatório de 139.085 litros e as análises feitas a cada 10.000 litros.

De acordo a Figura 5 gerada pelo Método *Netuno*, potencial de economia de água potável (%) x volume do reservatório, considerando 2.000 usuários, o potencial de economia de água potável variou de 2,41% a 14,55%, e a capacidade do reservatório que se mostrou mais eficiente, para a edificação estudada, foi de 30.000 litros, com um potencial de utilização de água pluvial de 7,21%.

O volume do reservatório é fundamental para a decisão de implantação de um sistema de reuso, pois seu custo é significativo no valor final.

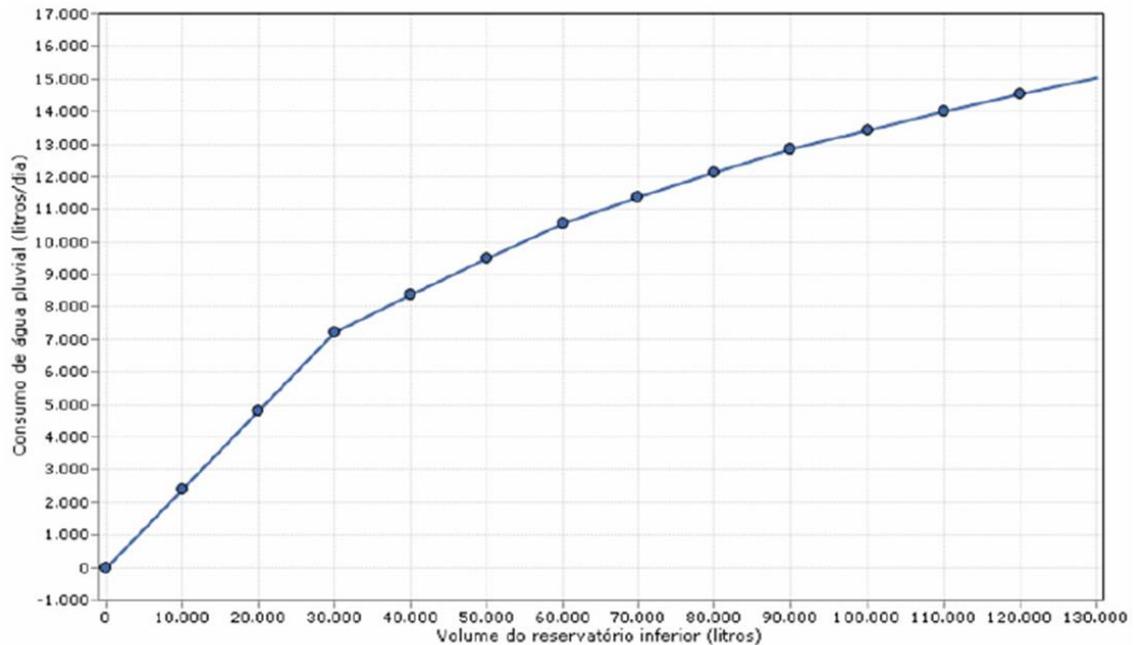
Além da preocupação com o aspecto econômico, o aproveitamento de água pluvial resulta em um benefício inestimável à natureza, e por isso a sua prática deve sempre ser estimulada.

Recomendo estudos de reutilização de água pluvial para fins não potáveis, com dados de demanda real, análise de consumo de energia elétrica e custos estruturais para reservatórios elevados.

## **5 CONCLUSÃO**

A lei n° 12.526/07 superdimensiona o reservatório de acumulação quando este é analisado sob a ótica do reuso para demanda não potável. A lei tem como principal intenção prevenir e minimizar inundações e alagamentos. A aplicação não pode ser generalizada para reuso de água não potável.

Figura 5 - Consumo de água pluvial no cenário 3



Fonte: Netuno.

Sendo a edificação obrigada a se adequar à lei, utilizar a água armazenada para fins não potáveis se torna viável.

A técnica de reuso, nas condições da lei, ocasiona uma economia de 15,42% a 26,23% no consumo de água potável, gerando uma economia financeira, acumulada durante o ano, de R\$ 26.534,27 a R\$ 26.395,49, na tarifa atual da empresa Sabesp.

O volume ideal definido matematicamente pelo Método *Netuno* foi de 30.000 litros. Nesta condição, o potencial de economia de água potável cai para 7,21%, gerando uma economia financeira de R\$ 29.174,54. Esta condição é importante para esclarecer que o aumento do volume no sistema de captação de água pluvial não

representa ganho significativo no potencial de utilização de água não potável (reuso).

Os resultados deste estudo mostram que a instalação de sistemas de captação de águas pluviais é uma opção viável para economizar água tratada (considerando os benefícios econômicos) em edifícios com grandes telhados, como shoppings, em regiões com alta pluviosidade. Os benefícios ambientais da captação de água da chuva também é uma boa opção para economizar água potável, pois reduz a demanda por água e energia, e ainda reduz o risco de inundações.

A gestão da água nos sistemas hidráulicos de um shopping center pode ser otimizada de acordo com a fonte, o uso e a reciclagem de água.

Ao analisar este tipo de sistema, a minimização da demanda de água deve ser priorizada, além da implementação de programas de conservação de água que envolvam o uso de dispositivos de economia de água. O abastecimento de água pode ser maximizado usando a água da chuva e reuso.

Assim, a análise sistêmica do uso da água nos shoppings ajuda a minimizar o consumo de água, adotando equipamentos que economizam água, segregando usos e avaliando a qualidade da água relacionada ao uso e análise da viabilidade técnica e ambiental de novas fontes hídricas.

Uma das limitações desta pesquisa foi a falta de dados reais de demanda por água não potável e número de pessoas no shopping center.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 8p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15097-1**: Aparelhos sanitários de material cerâmico Parte 1: Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2017. 63p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 60p.

BRASIL. Lei das Águas. Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Constitui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema

Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. 1997.

CARVALHO Jr, Roberto de. **Instalações Prediais Hidráulicas – Sanitárias: Princípios Básicos Para Elaboração de Projetos**. Editora Blucher, 2014. 289p.

CARVALHO, D. E. Future Studies. **Research Journal**. São Paulo, v. 1, n. 1, pp. 02-27, Jan./Jun. 2009.

CURITIBA (Município). Lei nº 10.785 de 18 de setembro de 2003. Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE. 2003.

DORNELLES, F.; TASSI, R.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação das técnicas de dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água de chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.15, n. 2, Abr/Jun, p. 59-68, 2010.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M.; ROCHA, V. L. **Netuno 3.0: aproveitamento de água pluvial**. Programa computacional. 2009.

GODET, M. A. (2000). The art of scenarios and strategic planning: tools and pitfalls. **Technological Forecasting and Social Change**. v. 65, n. 1, set. 2000. p. 3-22.

GOIS, E. H. B.; RIOS, C. A. S.; COSTANZI, R. N. Evaluation of water conservation and reuse: a case study of a shopping mall in southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**. v. 96. 263 e 271. 2015.

GOMES, U. A. F.; DOMÈNECH, L.; PENA, J. L. HELLER, L. A captação de água de chuva no Brasil: novos aportes a partir de um olhar internacional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.19, n.1, p. 7-16, Jan/Mar 2014.

MURÇA, M. C. R.; JULIO, M.; MORUZZI, R. B. Metodologia de otimização para o dimensionamento de reservas de águas fluviais. RBRH – **Revista Brasileira de**

**Recursos Hídricos**, v. 19, n. 2, p. 29-40, abr/jun, 2014.

RECIFE (Município). Lei nº 18.112/2015. Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do "telhado verde", e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências. Recife. 2015.

RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, out/dez, 2011.

SALLA, M. R.; LOPES, G. B.; PEREIRA, C. E.; MOURA NETO, J. C. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 167-181, abr./jun. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.526 de 2 de janeiro de 2007. Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. São Paulo. 2007.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 7.663. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. São Paulo. 1991.

SEDLAK, DAVID. **Water 4.0: The Past, Present, and Future of the World's Most Vital Resource**. Yale University Press. 2014. 333 p;

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014.

TECHNEAÇO. **Projeto Estrutura Espacial de Recobrimento Plano das Telhas e Planta Baixa**. Grupo São Francisco de Assis. 2014. p10.